

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до організації самостійної роботи, проведення практичних робіт  
і виконання розрахунково-графічної роботи  
з навчальної дисципліни

**«МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ»**

*(для студентів 1 та 2 курсів усіх форм навчання першого (бакалаврського)  
рівня спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних робіт і виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Методи аналізу екологічних систем та процесів» (для студентів 1 та 2 курсів усіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Є. Г. Пономаренко, О. С. Ломакіна. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 15 с.

Укладачі: канд. техн. наук Є. Г. Пономаренко,  
ст. викл. О. С. Ломакіна

#### Рецензент

Ф. В. Стольберг, доктор технічних наук, завідувач кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст, протокол № 1  
від 28 серпня 2018 р.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Структура навчальної дисципліни .....	5
2 Рекомендації та завдання щодо організації практичних занять і самостійної роботи .....	6
2.1 Системи та їх властивості .....	6
2.2 Приклади побудови систем .....	7
2.3 Системний аналіз та системний підхід .....	7
2.4 Етапи системного аналізу .....	8
2.5 Принципи визначення завдань та формування цілей системного аналізу .....	9
2.6 Класифікація моделей, принципи побудови матеріальних моделей. Математичне моделювання .....	10
2.7 Принципи побудови аналітичних та статистичних моделей.....	10
2.8 Методологія оцінювання та розробки можливих стратегій ..	11
3 Рекомендації щодо виконання розрахунково-графічної роботи ....	12
Список рекомендованої літератури .....	14
Додаток А Озеро Дальнєє як система для відтворення нерки .....	15

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Методи аналізу екологічних систем та процесів» має на меті формування у майбутніх фахівців теоретичних знань та практичних навичок з аналізу складних екологічних систем та процесів, а також сприяння формуванню аналітичних властивостей та системного мислення.

Завданням дисципліни є оволодіння студентами базовими знаннями з методології системного аналізу екологічних процесів, критеріїв та методів оцінки складних систем і процесів, методами управління системами та критеріями оцінки управлінських рішень

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

**знати:** основні поняття та положення теорії систем, основи системного підходу до розв'язання складних проблем, методи моделювання систем, методи управління;

**уміти:** виконувати структурний аналіз систем, визначати можливі шляхи та напрями розв'язання проблем, визначати критерії оцінки управлінських рішень, будувати моделі простих систем.

# 1 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1 Основи системного підходу до аналізу екосистем та процесів

Тема 1 Системи та їх властивості

Основні поняття. Властивості систем. Структура системи. Зв'язки в системі. Класифікація системи. Приклади побудови систем.

Тема 2 Системний аналіз та системний підхід

Понятійний апарат. Основні принципи. Сутність системного підходу. Цілі. Методологія. Приклади використання.

Тема 3 Етапи системного аналізу

Виявлення проблем та постановка цілей. Розробка варіантів и моделей прийняття рішень. Оцінка альтернатив та пошук рішення. Оцінка ефективності рішень та наслідків їх реалізації. Реалізація рішення.

Змістовий модуль 2 Методологія системного аналізу екологічних систем та процесів

Тема 4 Принципи визначення завдань та формулювання цілей системного аналізу

Оцінка суттєвості проблеми. Формулювання проблеми. Виявлення зацікавлених сторін. Вироботка цілей. Встановлення критеріїв досягнення цілей.

Тема 5 Підходи до моделювання екологічних систем та процесів

Класифікація моделей. Принципи побудови матеріальних моделей. Математичне моделювання. Принципи побудови аналітичних (балансових) моделей. Принципи побудови статистичних моделей. Дослідження систем на основі моделей.

Тема 6 Методологія оцінювання та розробки можливих стратегій

Методологія розробки стратегій. Критерії та методи порівняння альтернативних стратегій. Реалізація вибору та прийняття рішень.

## **2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЗАВДАННЯ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

### **2.1 Системи та їх властивості**

#### **Завдання до практичних робіт**

1. Детально розгляньте структуру системи, її властивості і зв'язки на прикладі системи «Озеро Дальнєє як система для відтворення нерки». Для цього уважно вивчіть теоретичний опис процесу відтворення нерки в оз. Дальнєє та саму систему (дод. А).

Теоретичний опис:

Нерка живе в морі, але на нерест приходить в озеро. Тому чисельність нерки в морі визначається умовами її відтворення в озері. Кількість ікри нерки, що дає потомство, визначається чисельністю риби в морі, що приходить на нерест із урахуванням її промислу як у морі, так і в озері і умовами її розвитку, до яких належать рівень ґрунтових вод, обумовлений опадами і поїдання ікри хижаками (колюшкою). Кількість нерки, що повертається в море, визначається смертністю молоді нерки, яка формується наявністю кормової бази (зоопланктон) і активністю хижаків – гольців. Риби-планктофаги (харчуються переважно фітопланктоном) створюють конкуренцію зоопланктону, що є основною кормовою базою молоді нерки.

Подайте відповідь на такі питання:

1. Що є межею системи і чому?
2. Що є входом в систему і чому?
3. Що є виходом з системи і чому?
4. Наведіть типи зв'язків у системі (з прикладами).
5. Визначте зовнішні впливи та вкажіть елементи системи, на які вони впливають.

### **Завдання до самостійної роботи**

Подайте відповіді на запитання:

1. У чому полягає емерджентність систем?
2. Дайте пояснення терміну «стан системи».
3. Поясніть сутність «зворотного зв'язку системи».
4. За якими ознаками можна встановити наявність зв'язку між елементами системи?
5. Яким чином пов'язані поняття «поведінка системи» і «стан системи»?

## **2.2 Приклади побудови систем**

### **Завдання до практичних робіт**

Працюючи у підгрупах, розробіть та захистіть наступні системи:

1. Річка як система для транспортування вантажів.
2. Річка як системи для забезпечення населення питною водою.
3. Ліс як система для забезпечення деревиною.
4. Ліс як система для забезпечення лікарняними травами.
5. Заповідник як система екологічного виховання школярів.

Захист системи відбувається за допомогою презентації. Презентація обов'язково повинна висвітлювати наступні питання:

- теоретичний опис процесу, що відбувається у системі;
- вхід, вихід та межа системи з обґрунтуванням;
- будова системи.

## **2.3 Системний аналіз та системний підхід**

### **Завдання до практичних робіт**

Працюючи у групах, обґрунтовано визначте, чи можливо вирішити за допомогою системного аналізу наступні проблеми:

1. Промислове місто потерпає від нестачі питної води.

2. Річка, що є джерелом питного водопостачання міста, періодично міліє.
3. У місцевому ставку спостерігається загибель риби.
4. У селищі вода у колодязях стала неприємною на запах та смак.
5. Місцева лісопаркова зона використовується у якості місця стихійного складування сміття.

### **Завдання до самостійної роботи**

Подайте відповіді на запитання:

1. Назвіть основне завдання системного аналізу.
2. За яких умов немає сенсу використовувати процедуру системного аналізу?
3. Хто формує проблеми, які потрібно вирішити за допомогою системного аналізу?

## **2.4 Етапи системного аналізу**

### **Завдання до практичних робіт**

Працюючи у групах, розробіть поетапний план роботи з вирішення наступних проблем за допомогою методології системного аналізу:

1. Промислове місто потерпає від нестачі питної води.
2. Річка, що є джерелом питного водопостачання міста, періодично міліє.
3. У місцевому ставку спостерігається загибель риби.
4. У селищі вода у колодязях стала неприємною на запах та смак.
5. Місцева лісопаркова зона використовується у якості місця стихійного складування сміття.

### **Завдання до самостійної роботи**

Надайте відповіді на запитання:

1. Які невизначеності можуть існувати на початковому етапі системного аналізу?



2. Надайте пояснення поняттю «мета системного аналізу». Як можна встановити, що вона досягнута?
3. Хто формує мету системного аналізу?

## **2.5 Принципи визначення завдань та формулювання цілей системного аналізу**

### **Завдання до практичних робіт**

Працюючи у групах, виконайте наступні завдання:

- визначте стейк-холдерів та їх локальні цілі, що не протирічать основній;
- визначте критерії, що визначають досягнення мети;
- запропонуйте можливі рішення проблеми.

Завдання:

- 1 Вода в місцевих колодязях набула неприємного запаху та смаку.
  2. У місцевому ставку спостерігається інтенсивне «цвітіння» води.
  3. В центрі міста спостерігається інтенсивне висихання зелених насаджень.
  4. У місті збільшилась кількість алергічних захворювань.
  5. У місті збільшився рівень загазованості повітря.
- Захист роботи відбувається за допомогою презентації, яка повинна містити відповіді на вищезазначені питання.

### **Завдання до самостійної роботи**

Подайте відповіді на запитання:

1. Ким є «стейк-холдери» і у чому полягає їх роль у процедурі системного аналізу?
2. На якому з етапів системного аналізу і з якою метою необхідно розробляти критерії?
3. Для чого у процедурі системного аналізу необхідно розробляти альтернативи?

4. Яку роль у системному аналізі відіграє ЛПР?

5. Хто формує проблеми, які потрібно вирішити за допомогою системного аналізу?

## **2.6 Класифікація моделей, принципи побудови матеріальних моделей.**

### **Математичне моделювання**

#### **Завдання до практичних робіт**

1. Обґрунтовано визначте, що з нижченаведеного є моделями:

- Земля рухається навколо Сонця по еліптичній орбіті;
- населення землі подвоюється приблизно кожні 50 років;
- інтенсивність електромагнітної хвилі пропорційна четвертому ступеню її частоти;
- зі збільшенням глибини тиск води збільшується.

2. Складіть перелік з 6 прикладів відомих Вам фізичних та аналогових моделей та обґрунтуйте, чому вони є моделями.

#### **Завдання до самостійної роботи**

Подайте відповіді на запитання:

1. Для чого у системному аналізі використовуються моделі?
2. За якими принципами будується фізична модель?
3. За якими принципами будується аналітична модель?

## **2.7 Принципи побудови аналітичних та статистичних моделей**

#### **Завдання до практичних робіт**

Обґрунтовано оберіть найкращу з наведених моделей:

$$S(T) = 0,02T + 1,6$$

$$S(T) = 1,7T^{0,05}$$

T	4	9	1
S	3	2	2

Відповідно до заданих натурних даних побудуйте рівняння регресії

$$y(x) = ax + b$$

Таблиця 1.1 – Вихідні дані до розрахунку

Вхідна величина x	0	2	4	6	8	10
Вихідна величина y	0.05	0.18	0.4	0.45	0.5	0.52

### **Завдання до самостійної роботи**

Надайте відповіді на запитання:

1. Для чого у статистичному моделюванні використовується критерій Фішера?
2. У чому полягає різниця між статистичною та стохастичною моделями?
3. У чому полягає відмінність аналітичної та стохастичної моделі?
4. Поясніть сутність МНК.

## **2.8 Методологія оцінювання та розробки можливих стратегій**

Завдання до практичних робіт

Працюючи в групах при виконанні завдання по темі 2.5, Ви визначили критерії, що визначають досягнення мети та можливі рішення однієї з наступних проблем:

- 1 Вода в місцевих колодязях набула неприємного запаху та смаку.
2. У місцевому ставку спостерігається інтенсивне «цвітіння» води.
3. В центрі міста спостерігається інтенсивне висихання зелених насаджень.
4. У місті збільшилась кількість алергічних захворювань.
5. У місті збільшився рівень загазованості повітря.

Базуючись на цих результатах, визначте:

- кількісні характеристики критеріїв досягнення цілей;
- фактори, що впливають на рішення проблеми;

- обмеження, що існують при вирішенні проблеми;
- засоби досягнення цілей.

Захист роботи відбувається за допомогою презентації, яка повинна містити відповіді на вищезазначені питання.

### **Завдання до самостійної роботи**

Наведіть приклади рішень Вашої проблеми, які реалізують стратегію:

- усунення причини;
- змінення характеристик причини;
- знаходження кращого пристосування до ситуації;
- відхід від вирішення проблеми.

## **З РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ**

Мета розрахунково-графічної роботи – закріплення, поглиблення та практичне застосування теоретичних знань та навичок, отриманих студентами під час навчання.

Розрахунково-графічна робота складається з пояснювальної записки та презентації PowerPoint.

Пояснювальна записка повинна містити опис процесу, що характеризується системою, графічне зображення системи і пояснення до неї: межа, входи та виходи системи, елементи, зв'язки, зовнішні впливи.

Пояснювальна записка оформлюється українською мовою на листах формату А4 за допомогою текстового редактора MS Word.

Пояснювальна записка має бути здана викладачу до захисту роботи.

Захист РГР відбувається у вигляді доповіді за допомогою презентації PowerPoint, що повинна відображати зміст пояснювальної записки.

### *Варіанти завдань*

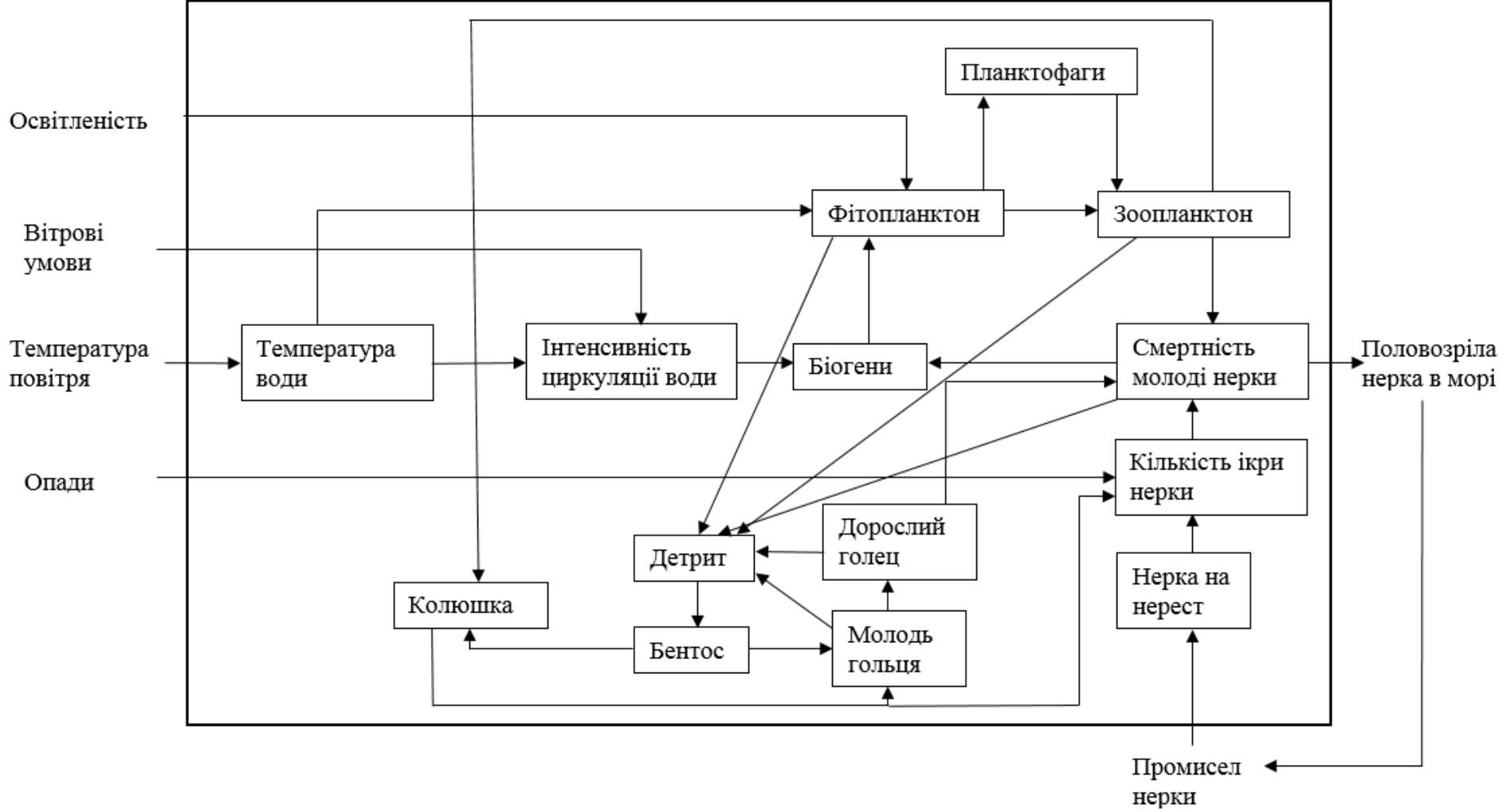
1. Житловий будинок, як система для забезпечення життєвих потреб людини.
2. Житловий будинок, як система, що впливає на довкілля.
3. Водосховище, як система для виробництва електричної енергії.
4. Поле, як система для вирощування сільськогосподарської продукції.
5. Річка, як місце для відпочинку населення.
6. Річка, як система для відтворення рибної продукції.
7. Держава, як система для забезпечення життєвих потреб людини.
8. Місто, як система для забезпечення життєвих потреб людини.
9. Ліс, як система для вирощування промислової сировини.
10. Ліс, як кліматоутворюючий фактор.
11. Міський транспорт як система життєзабезпечення міста.
12. Міський транспорт як система, що впливає на довкілля.
13. Залізниця як система для перевезення людей.
14. Автомагістраль як система для перевезення людей та вантажів.
15. Інтернет як система для отримання екологічної інформації.
16. Мобільний зв'язок як система передавання інформації.
17. Заповідна територія як система для збереження рідких видів рослин і тварин.
18. Заповідна територія як система для екологічної освіти школярів.
19. Сміттєзвалище як система, що чинить вплив на довкілля.
20. Підземні води як джерело питного водопостачання населення.
21. Сонячна електростанція як джерело електричної енергії.
22. Тваринницька ферма як система, що чинить вплив на довкілля.
23. Метеостанція як система для збору метеоінформації.
24. «Зелений пояс» міста як система для покращення середовища існування людини.
25. Автомагістраль як система, що чинить вплив на довкілля.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пэнтл Р. Методы системного анализа окружающей среды / Р. Пэнтл. – М. : Мир, 1979. – 512 с.
2. Джефферс, Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии / Дж. Джефферс ; пер. с англ.: Д. О. Логофет ; под ред.: Ю. М. Свирежев. – М. : Мир, 1981 . – 256 с
2. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности / Станфорд Л. Оптнер. – 2-е изд. – М. : Концепт, 2003. – 206 с.
4. Теорія систем в екології : підручник / [Ю. Г. Масікевич, О. В. Шестопапов, А. А. Негадайло та ін.]. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 330 с.
5. Примак А. В. Системный анализ контроля и управления качеством воды и воздуха / А. В. Примак, В. В. Кафаров, К. И. Качиашвили. – Киев : Наук. думка, 1991. – 360 с.

Озеро Дальнєє як система для вiдтворення нерки

15



*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до організації самостійної роботи, проведення практичних робіт  
і виконання розрахунково-графічної роботи  
з навчальної дисципліни

**«МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОЦЕСІВ»**

*(для студентів 1 та 2 курсів усіх форм навчання першого (бакалаврського)  
рівня спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища)*

Укладачі: **ПОНОМАРЕНКО** Євгеній Георгійович,  
**ЛОМАКІНА** Ольга Сергіївна

Відповідальний за випуск *Т. В. Дмитренко*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *О. С. Ломакіна*

План 2018, поз. 143 М

---

Підп. до друку 14.02.2019. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк арк. 0,4.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.